

VESIHALLITUKSEN MONISTESARJA

1981:93

VALKEAKOSKEN ALAPUOLISEN VESIS-
TÖNOSAN SEDIMENTIN HAPENKULUTUS
TALVELLA 1981

Kirsti Krogerus

V E S I H A L L I T U K S E N M O N I S T E S A R J A

1981:93

VALKEAKOSKEN ALAPUOLISEN VESIS-
TÖNOSAN SEDIMENTIN HAPENKULUTUS
TALVELLA 1981

Kirsti Krogerus

Tekijä on vastuussa julkaisun sisällöstä, eikä siihen
voida vedota vesihallituksen virallisena kannanottona.

VESIHALLITUKSEN
KIRJASTO

Tampereen vesipiirin vesitoimisto
Tampere 1981

SISÄLLYSLUETTELO

Sivu

1	JOHDANTO	1
2	AINEISTO	1
3	MENETELMÄT	2
	3.1 Analyysit vedestä	2
	3.2 Analyysit sedimentistä	4
4	TULOKSET	5
	4.1 Vesi	5
	4.2 Sedimentti	8
	4.3 Sedimentin hapentarve	8
	4.4 Sedimentin hapenkulutus	13
5	TULOSTEN TARKASTELU	16
6	YHTEENVETO	21

KIRJALLISUUS

LIITE

1. JOHDANTO

Valkeakosken alapuolisen vesistöalueen sedimenttien tilaa selvitettiin talven 1981 aikana, jotta myöhemmin olisi mahdollista soveltaa VENLA-happimallia Valkeakosken tehtaiden jätevesien vaikutusten arvioimiseen ja ennustamiseen eri kuormitusvaihtoehdoilla.

Tutkimus antoi myös erinomaisen tilaisuuden verrata keskenään; Valkeakosken alapuolista ja Mäntän alapuolista vesistöaluetta, josta sedimenttitutkimukset tehtiin talven ja kesän 1980 aikana.

2. AINEISTO

Sedimentin hapenkulutusta mitattiin Valkeakosken alapuolisesta vesistönosasta helmikuussa 1981. Näyteasemien sijainti on esitetty kuvassa 1. Näytteenottoajankohdat ja asemien syvyydet olivat seuraavat:

Asema	Ajankohta	Syvyys (m)
1	19.2.1981	10,0
2	"	5,0
3	16.2.1981	11,3
4	"	11,1
5	23.2.1981	4,3

Näyteasema 1 sijaitsee Kärjenniemenselän syvänteessä. Talvisin jätevesien vaikutus näkyy syvänteessä korkeina ainepitoisuuksina (mm. ligniini ja kemiallinen hapentarve) ja veden happamuutena (esim. Oravainen 1980 ja 1981). Syvänteen vesi on talvisin hapetonta. Kärjenniemen edessä olevan syvänteen jälkeen vettä on vain viitisen metriä Rauttunselälle saakka. Piste 2 Hevossaaren läheisyydessä edustaa tätä matalaa aluetta. Piste 3 sijaitsee syvänteessä, jota myöten

2.

Valkeakosken jätevedet pääsevät valumaan ajoittain varsinaiselle Vanajanselälle. Piste 4 sijaitsee 10 m:ssä, ei kuitenkaan Rauttunselän syvimessä kohdassa (19 m). Syvänteen vesi oli mustaa ja hapetonta, mutta jo 10 m syvyydessä hapellista. Makkaraselkä on taas kokonaisuudessaan matalaa. Aluetta kuvaa piste 5.

3. MENETELMÄT

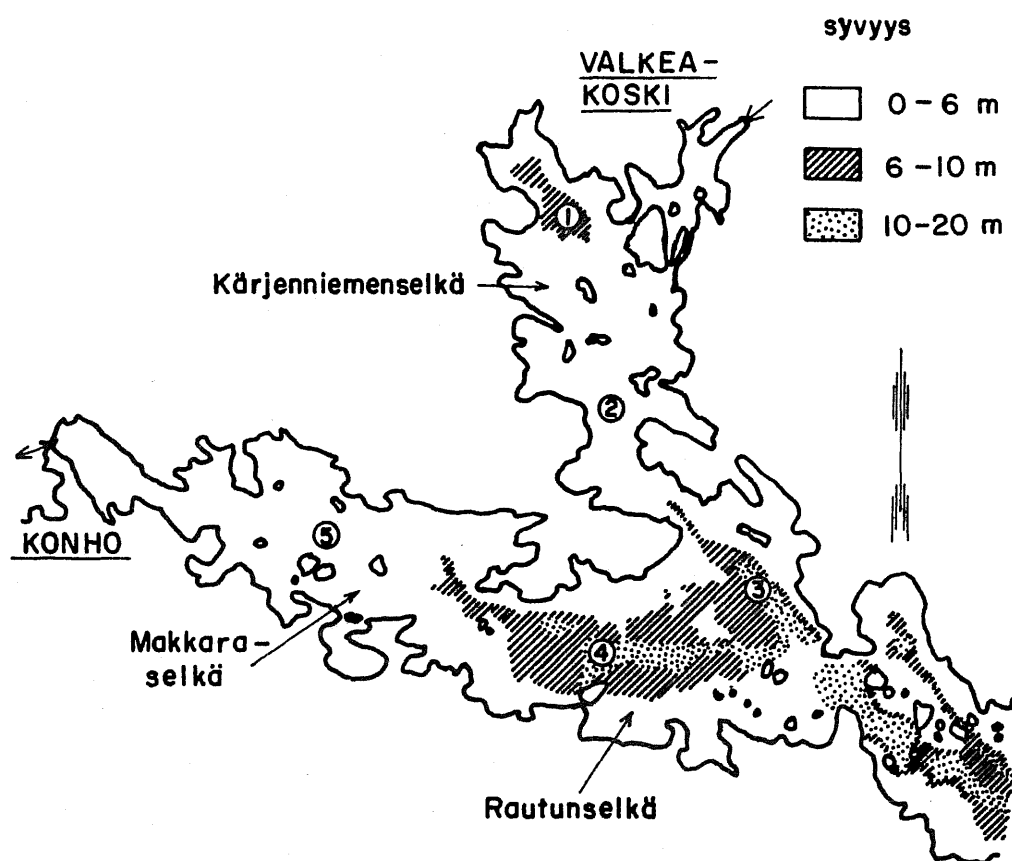
3.1 Analyysit vedestä

Vesinäytteet otettiin 1 m:stä ja 5 m:stä (jos näyteasemalla oli vettä riittävästi) sekä metri pohjasta ja pohjan pinnasta sedimenttinäytteenoton yhteydessä. Näytteistä tehtiin seuraavat analyysit:

Syvyys (m)	1	5	2h-1	2h
t ^o C	x	x	x	
O ₂ mg/l	x	x	x	
Sameus FTU			x	
γ 25 mS/m			x	
pH			x	
Väriluku mg Pt/l			x	
COD _{Cr} (2h) mg/l			x	
NO ₃ -N µg/l			x	x
NO ₂ -N µg/l			x	x
Kok.P µg/l			x	x ²⁾
Fe µg/l			x	x ²⁾
BHT ₂ mg/l			x ¹⁾	

1) BHT₂ on veden aiheuttama hapenkulutus + 5 °C:ssa. Vesi ainoastaan ilmastettiin ennen inkubointia.

2) Sentrifugoitu näyte



Kuva 1. Näyteasemien sijainti

3.2 Analyysit sedimentistä

Sedimentistä analysoitiin kuiva-ainepitoisuus, hahkutushäviö, hiili- ja typpipitoisuus senttimetrin välein 0 - 10 cm:n sedimenttipatsaasta ja sitä syvemmältä 5 cm:n välein. Hiili- ja typpipitoisuudet määritettiin kaasukromatografisesti. Pinta-sedimentistä (0 - 5 cm) analysoitiin biologinen hapentarve (BHT_7) ja välitön hapenkulutus (VHK). Sedimentin BHT_7 analysoitiin laimentamalla 2 - 5 ml sedimenttinäytettä litraan vettä. Muuten analysointi tapahtui kuten vedestä. Sedimentin VHK mitattiin sekoittamalla 5 ml sedimenttiä hapen suhteen kyllästettyyn veteen (250 ml), jonka happipitoisuus mitattiin samanaikaisesti, VHK-tulokset ovat kahden eri mittauksen keskiarvoja.

Sedimentin hapenkulutusta (SHK) mitattiin Hargraven (1969) ja Granelin (1976) esittämiin menetelmiin pohjautuen. Näytteet otettiin halkaisijaltaan 4,5 cm ja pituudeltaan 30 - 33 cm pleksiputkiin siten, että putkissa oli sedimentin päällä vettä 10 - 15 cm. Näytteitä säilytettiin pimeässä. Koe aloitettiin vuorokauden kuluttua näytteenotosta hapettamalla vesi sedimentin yllä. Kokeessa käytettiin 7 rinnakkaisnäytettä, joista 2 oli myrkytetty natriumatsidilla ($NaN_3 > 20$ ppm). Myrkytetyistä näytteistä mitattiin kemiallinen hapenkulutus (KHK). Happipitoisuus mitattiin mikro-Winkler-menetelmällä (näytetilavuus 5 ml).

Inklubointilämpötila oli $+5 \pm 1$ °C ja inkubointiaika n. 1 vrk. Kokeessa tarvittava lisävesi happinäytteisiin käytetyn tilalle otettiin kultakin näytteenottopaikalta metri pohjasta ja autoklavoitiin ennen käyttöä.

Hapenkulutusta mitattiin ensin hapetetuista näytteistä (3-4 mittausjaksoa) ja sen jälkeen annettiin happipitoisuuden laskea noin 5 mg/l ja noin 2 - 3 mg/l happipitoisuuteen (3-4 mittausjaksoa).

4. TULOKSET

4.1 Vesi

Pisteessä 1 pohja oli hapeton (taulukko 1, kuva 2). Kaikki nitraatti- ja nitriittiyhdisteet vedestä oli käytetty denitrifikaatioprosessin avulla vaihtoehtoisina hapen lähteinä. Syvänteeseen kertyneestä jäteliemestä oli osoituksena veden sameus ja väri sekä veden korkea COD_{Cr} -arvo, 88 mg/l, ja myös korkea BHT_2 , 4,2 mg/l.

Pohjan läheiseen veteen oli vapautunut runsaasti fosforia, mitä myös osoitti fosforin kokonaispitoisuuden voimakas vähentyminen pohjan läheisyydestä metrin korkeudelle sen yläpuolelle.

Piste 2 oli noin 5 m:n syvyydessä. Happea oli pohjan läheisessä vedessä 6,3 mg/l ja nitraattityppeä jo 44 - 64 mg/l. Lähellä sijaitsevan pienialaisen Hevossaaren syvänteen pohjan läheinen vesi (8 m) oli kuitenkin talvella hapetonta. COD_{Cr} -arvo laski pisteeseen 1 verrattuna puoleen, 37 mg/l ja BHT_2 kolmanteen osaan, 1,4 mg/l.

Fosforin kokonaispitoisuudet laskivat niinikään. Pohjan yläpuolella oli todettavissa selvä pitoisuusmuutos: 51 µg P/l sedimentin pinnassa ja 26 µg P/l metrin korkeudella pohjasta. Hapettomasta syvänteestä vapautui fosforia, sillä vesiensuojeluyhdistyksen tulosten perusteella fosforin kokonaispitoisuus syvänteessä oli 430 µg/l.

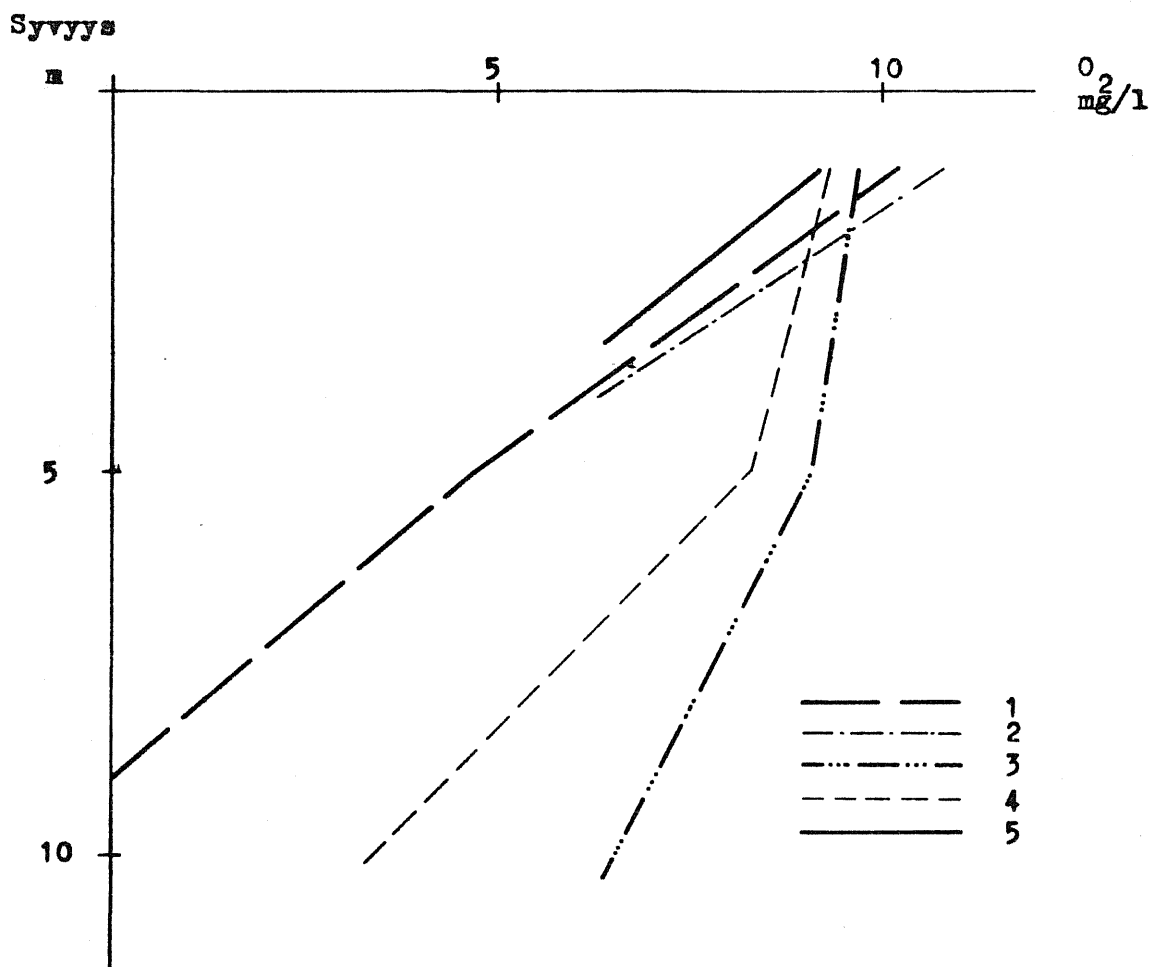
Pisteessä 3, 4 ja 5 COD_{Cr} -arvo oli 30 mg/l tuntumassa ja BHT_2 alle 1 mg/l. Pisteessä 3 happitilanne oli parempi kuin muissa pisteissä (kuva 2). Myös nitraattia oli runsaasti vedessä, 300 - 360 µg/l, koska nitraatin happea ei tarvittu hengitykseen liukoisen hapen sijasta. Pisteessä 3 tuloksiin vaikuttaa ilmeisesti Vanajavedeltä tuleva parempilaatuinen vesi. Pisteessä 4 oli happea sekä nitraattia vedessä edellistä vähemmän.

Taulukko 1.

Pohjanläheisen veden laatu näyteasemilla

Näyteasema	1		2		3		4		5	
Syvyys	2h-1	2h	2h-1	2h	2h-1	2h	2h-1	2h	2h-1	2h
m	9,0	10,0	4,0	5,0	10,3	11,3	10,1	11,1	3,3	4,3
t °C	4,3		0,6		1,1		1,5		1,0	
O ₂ mg/l	0		6,3		6,4		3,3		6,4	
O ₂ % kyll.	0		45		47		24		47	
Sameus FTU	32		2,4		1,4		1,9		1,6	
✓ 25 mS/m	66		21		17		17		16	
pH	6,6		6,5		6,6		6,5		6,6	
Väriluku mg Pt/l	180		45		45		45		45	
COD _{Cr} mg/l	88		37		29		31		-	
BHT ₂ mg/l	4,2		1,4		0,6		0,8		0,5	
NO ₃ -N µg N/l	0	14	64	44	300	360	180	120	378	289
NO ₂ -N µg N/l	0		1	2	1	1	1	2	1	1
Kok.P µg/l	180	280 ^x	26	51 ^x	45	51 ^x	35	87 ^x	30	28 ^x
Fe µg/l	210	200 ^x	90	67 ^x	160	400 ^x	180	780 ^x	230	200 ^x

x Määrittäminen sentrifugoidusta näytteestä



Kuva 2. Näyteasemien 1 - 5 happipitoisuudet.

Sedimentistä oli vapautunut rautayhdisteitä raudan pitoisuusmuutosten perusteella: 780 µg/l pohjassa, ja 180 µg/l metri pohjan yläpuolella ja raudan mukana myös fosforia, 87 ja 35 µg/l vastaavasti. Rauttunselän 19 m:n syväne oli samaan aikaan talvella 15 m:stä alaspäin hapeton ja vesi rautasulfidinin mustaksi värjäämää. Pisteessä 5, joka sijaitti laajan matalan alueen keskellä, oli riittävästi hapetta; fosforin ja raudan liukenemista sedimentistä ei todettu. Myös nitraattia oli runsaasti, 378 ja 289 µg/l.

4.2 Sedimentti

Kärjenniemenselän pisteille 1 ja 2 oli sedimentoitunut orgaanista ainetta (kuva 3). Varsinkin sedimentin ylimpien kerrosten orgaanisen aineen määrä oli erittäin korkea. Toinen maksimi Kärjenniemenselän syvänteeseen sedimentissä oli 4 - 5 cm syvyydessä.

Pisteiden 3, 4 ja 5 sedimenttiprofiilit ovat samankaltaisia (kuvat 4 ja 5). Orgaanisen aineen pitoisuus on kohonnut ylimässä 8 cm:ssä.

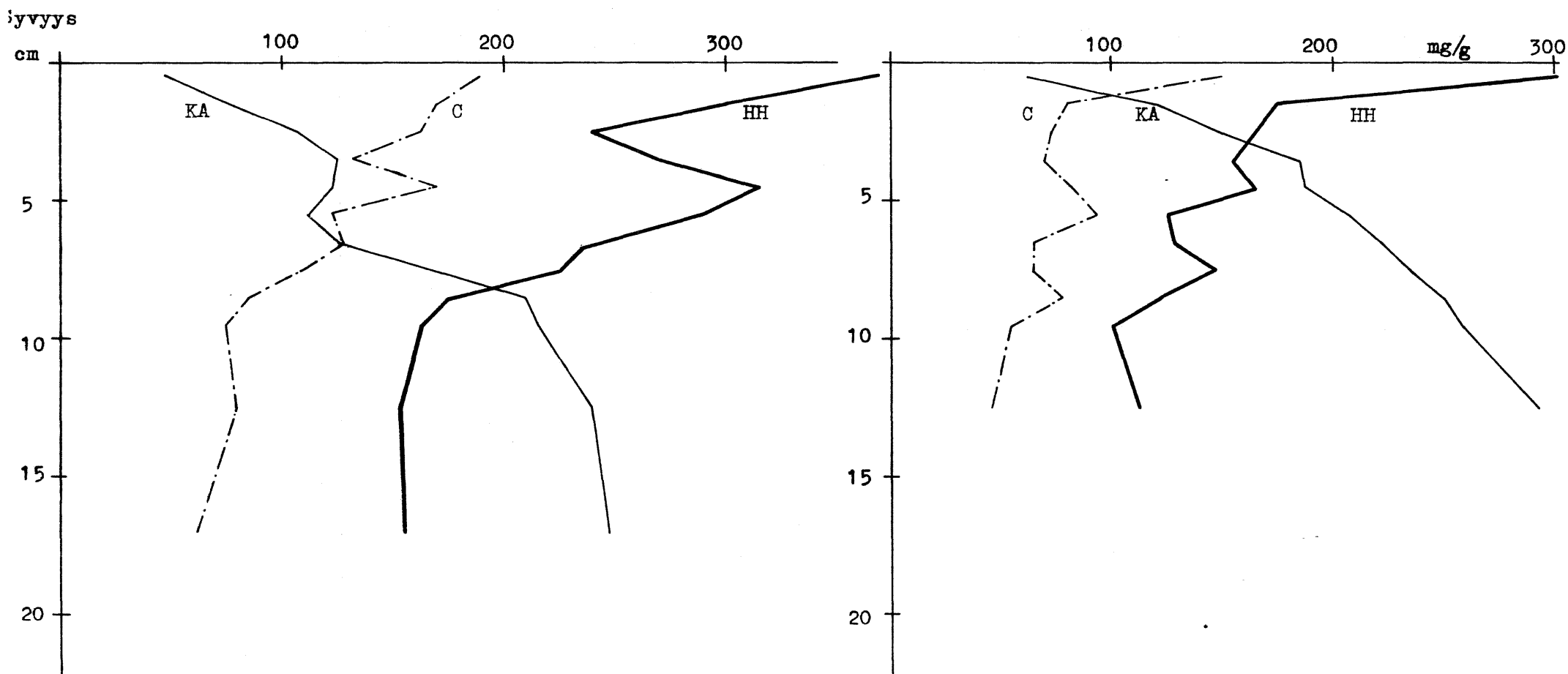
Pisteessä 1 sedimentin C/N-suhde oli 17 viitaten allotrofiseen kuorimukseen. Muissa pisteissä pintasedimentin (0-5 cm) C/N-suhde vaihteli välillä 10 - 12.

4.3 Sedimentin hapentarve

Pisteessä 1 sedimentin ylin 10 cm oli mustaa sulfidiliejua, joten sedimentin välitön hapenkulutus (VHK), joka kuvaa pelkistyneiden yhdisteiden määrää, oli myös korkein (kuva 6). Samassa syvyydessä sijainneiden pisteiden 3 ja 4 sedimentissä oli havaittavissa mustia kokkareita pinnassa ja syvemmällä sedimentissä tummia juovia ajoittaisten hapettomien kausien merkinä. Näistä pisteistä VHK oli suurin lähinnä Valkeakoskea Kärjenniemenselällä ja pienin pisteessä 4 Rauttunselällä. VHK:n suuruuteen vaikuttaa oleellisesti myös syvyys eli se,

Piste 1.

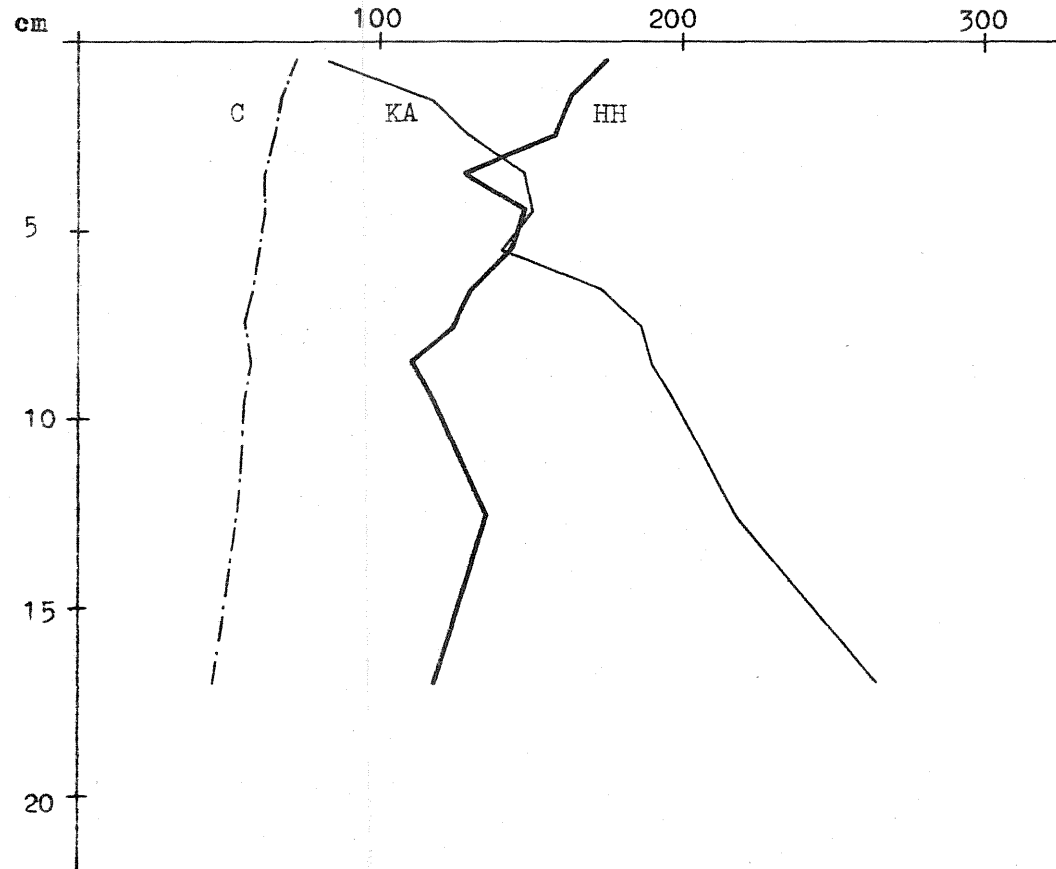
Piste 2.



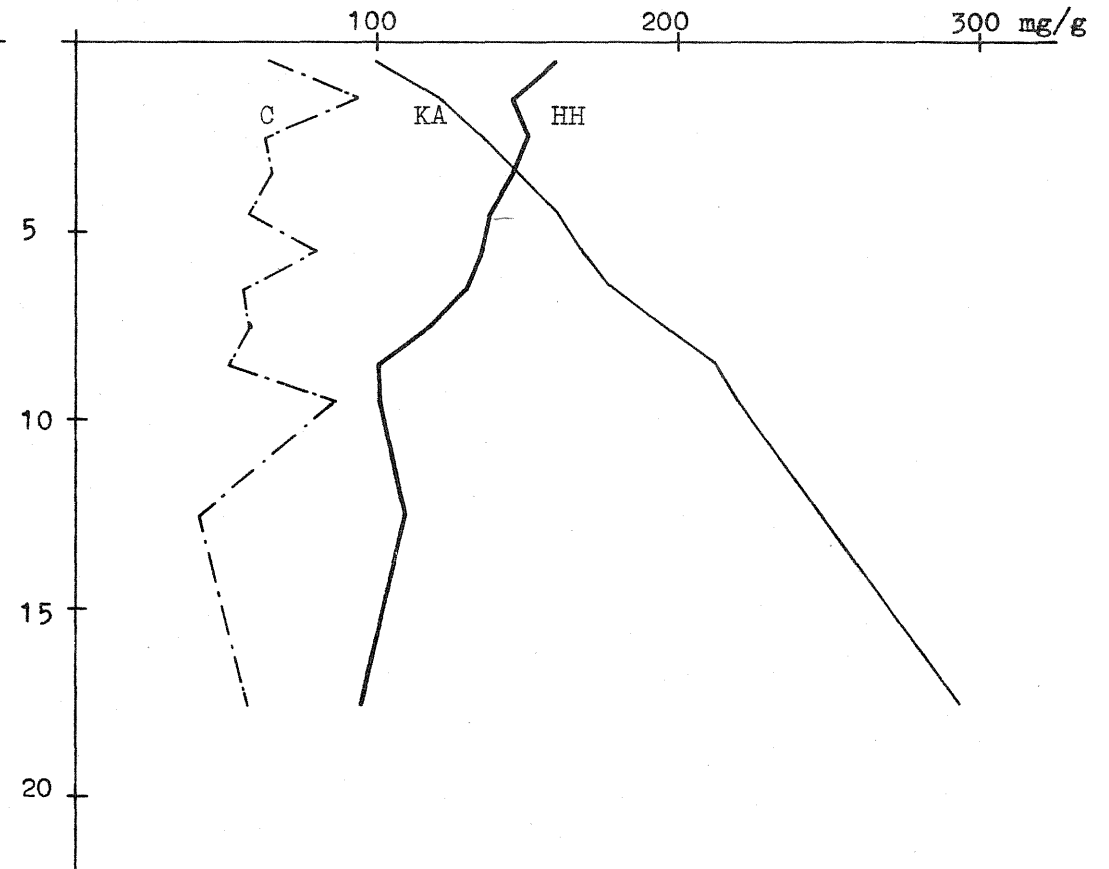
Kuva 3. Kärjenniemenselän sedimentin kuiva-aine (KA), hehkutushäviö(HH) ja hiilipitoisuus (C).

Piste 3.

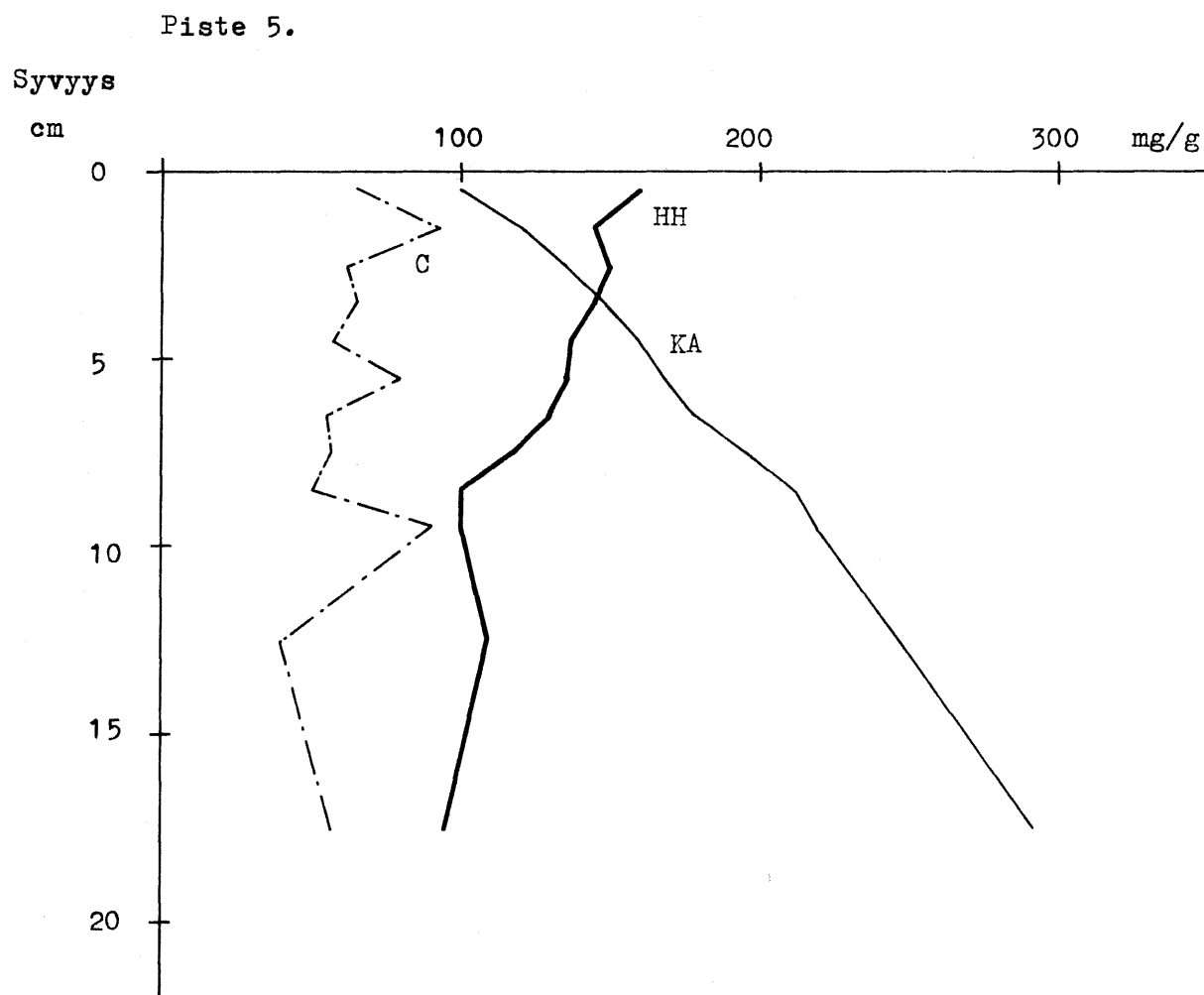
Syvyys



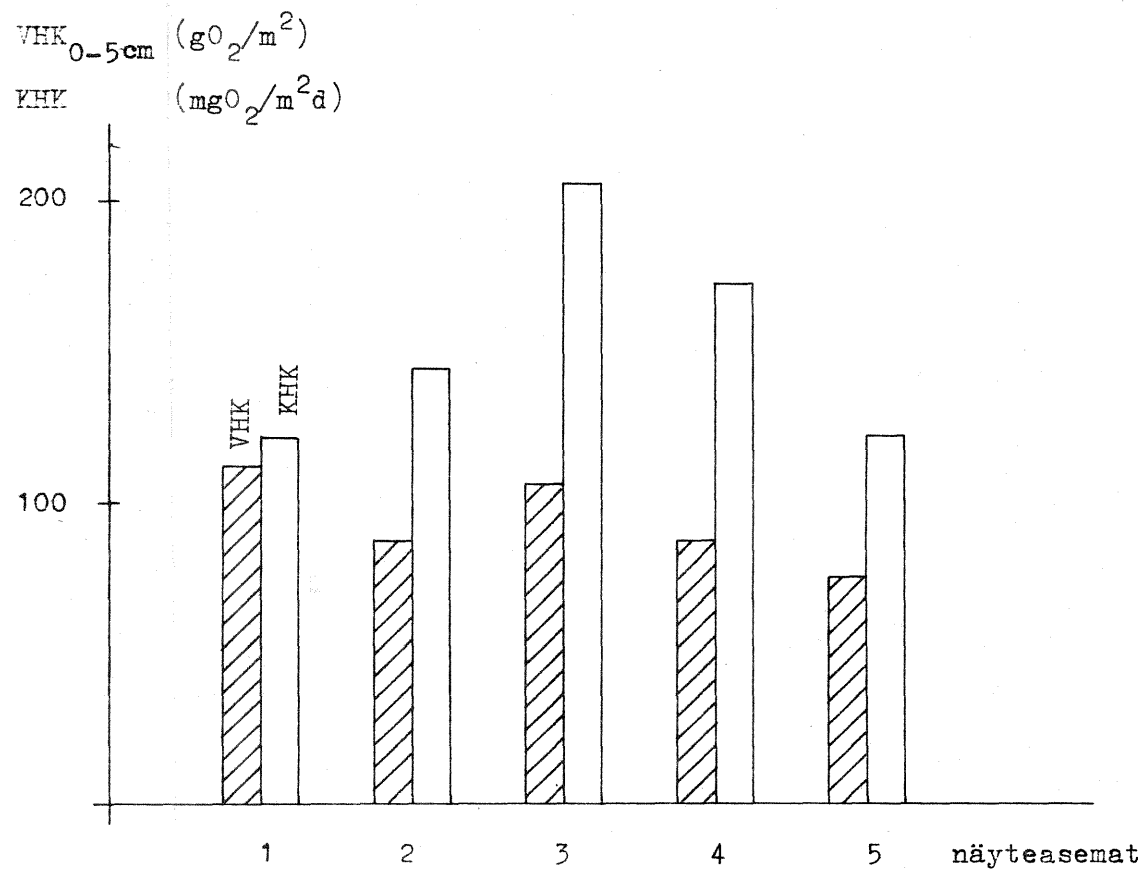
Piste 4.



Kuva 4. Rauttunselän sedimentin kuiva-aine (KA), hehkutushäviö (HH) ja hiilipitoisuus (C).



Kuva 5 . Makkaraselän sedimentin kuiva-aine (KA),
hehkutushäviö (HH) ja hiilipitoisuus (C).



Kuva 6 : Sedimentin välitön hapenkulutus ($\text{VHK}_{0-5\text{cm}}$) ja kemiallinen hapenkulutus (KHK) näyteasemilla 1 - 5 .

kuuluuko pohja-alue päällysveden vai alusveden vaikutuspiiriin. 5 metrissä sijainneiden pisteiden 2 ja 4 sedimentin VHK oli niin ollen pienempi kuin 10 m:ssä sijainneiden.

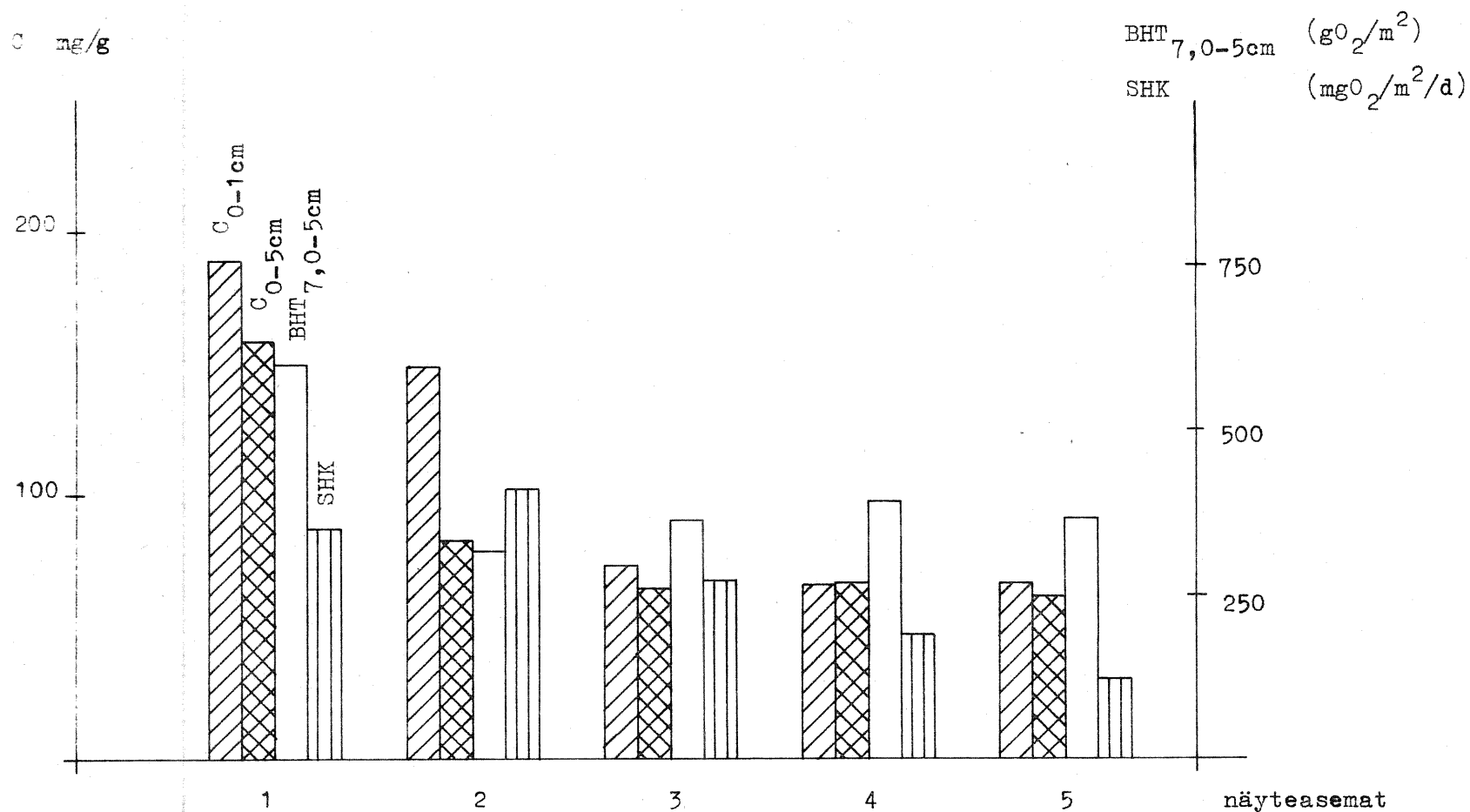
Sedimentin biologinen hapentarve (BHT_7), joka kuvaa helposti hajotettavissa olevan orgaanisen aineen määrää oli pisteessä 1 suurin (kuva 7). Pintasedimenttikerros (0 - 5 cm) kulutti happea 600 g/m^2 pisteessä 1, kun muissa pisteissä kulutus oli 315 - 390 g/m^2 . Pisteessä 2 orgaanista ainetta on erityisen runsaasti 0 - 1 cm pintakerroksessa. Sedimentin BHT_7 -tuloksiin se ei juuri vaikuta, koska BHT_7 mitattiin 0 - 5 cm kerroksesta. Orgaanisen hiilen pitoisuuden perusteella BHT_7 :n olettaisi kuitenkin pisteessä 2 olevan suurempi kuin pisteissä 3 - 5.

4.4 Sedimentin hapenkulutus

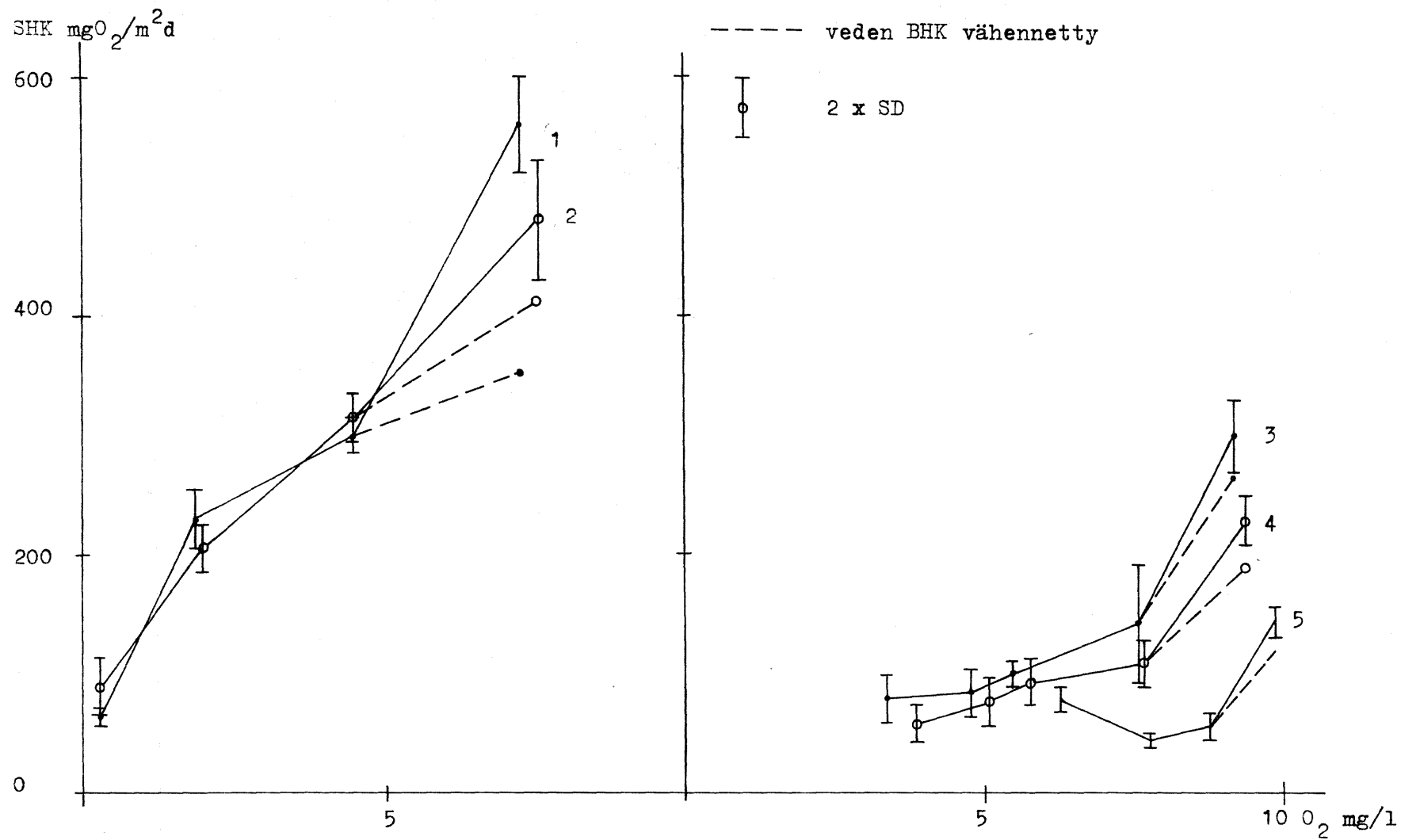
Sedimentin hapenkulutus (SHK) vaihteli hapetetuissa näytteissä välillä 147 - $560 \text{ mg O}_2/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ (kuva 8 ja liite 1). Viiden rinnakkaisnäytteen antama hajonta oli muutaman kerran jopa 30 - 35 %, kuitenkin se oli yleensä noin 10 % ja sen alle, mitä voidaan pitää erittäin hyvänä tuloksena.

Pisteessä 1 pohjanläheisen veden hapenkulutus (BHT_2) aiheutti 38 % näytteessä todetusta hapen vähenemisestä ja veden COD_{Cr} -arvokin oli erittäin korkea. Hapeton lähtötilanne ja pohjanläheisen veden hapenkulutus vaikuttivat ilmeisesti siihen, että SHK ensin kasvoi (1. ja 2. inkubointivuorokausi) ja sitten jälleen laski (4. inkubointivuorokausi).

Pisteissä 1 ja 2 SHK oli samansuuruista ja myös SHK:n muuttuminen happipitoisuuden funktiona samankaltainen. Pisteessä 2 tulokset osoittavat, että sedimentin ylin kerros määrää SHK:n suuruuden, sillä orgaanista ainetta oli tällä asemalla nimenomaan ylimmässä 0 - 1 cm sedimenttikerroksessa. Kuormituslähteen (Valkeakoski) etäisyys näkyy hyvin SHK-tuloksissa: kaukaisimmassa pisteessä 5 oli pienin SHK.



Kuva 7 : Näyteasemien sedimentin hiilipitoisuus (C_{0-1cm} ja C_{0-5cm}), biologinen hapentarve ($BHT_{7,0-5cm}$), ja sedimentin hapenkulutus (SHK), josta veden aiheuttama hapenkulutus (BHT_2) on vähennetty.



Kuva 8: Sedimentin hapenkulutus (SHK) eri happipitoisuuksista näyteasemilla 1 - 5.

Kemiallista hapenkulutusta (KHK) mitattiin vain 2 rinnakkaisnäytteestä (liite 1, kuva 6). Sen osuus SHK:sta oli yli puolet näyteasemilla 3 - 5.

5. TULOSTEN TARKASTELU

Vaikka varsinaisia kuitukerrostumia on tavattu ainoastaan Valkeakosken ja Vuolteiden välisestä vesistön osasta (Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys 1979), on orgaanisen aineen pitoisuuden nousu havaittavissa myös Kärjenniemenselällä ylimmän 8 cm:n sedimenttikerroksessa. Kärjenniemenselän syvänteestä 9.4.1979 otetusta näytteestä on tehty ¹³⁷Cs-ajoitus, jonka mukaan 8,5 cm:n paksuinen pintakerros olisi muodostunut viimeisen 15 vuoden aikana (Limnologian laitoksen ohjattu järvitutkimustyöryhmä 1980).

Sedimentissä tapahtuva mineralisaatio tulee aikaa myöten jonkin verran vähentämään sedimentin pinnassa nyt todettua orgaanisen aineen määrää. Tosin huonon happitilanteen, veden ja sedimentin korkean sinkkipitoisuuden sekä mahdollisten muiden jätevesien sisältämien tuotantoa inhiboivien myrkyllisten yhdisteiden on havaittu heikentäneen ainakin pohjaeläinten toimeentuloa alueella (Mankki 1979).

Pisteen 1 sedimenttiprofiilissa esiintyy vähemmän orgaanista ainetta sisältävä kerros 2 - 3 cm:n syvyydessä. Käytettäessä mainittuun sedimentin ajoitukseen perustuvaa sedimentaationopeutta 0,57 cm/a niin tuo kerros olisi ehkä muodostunut vuosina 1975-77. Toteamalla radioaktiivisuusmäärityksin vuonna 1964 muodostuneiden kerrostumien sijainti, ei muita kerrostumia kuitenkaan kovin tarkkaan ajoittaa.

Vuoden 1975 aikana kuormitus laski osaksi Valkeakosken alueen suurimpien kuormittajien jätevesien käsittelyn tehostuessa ja osin tehtaiden käyttöasteen pudotessa (taulukko 2). Vuoden 1977 jälkeen kuormitus on jälleen jonkin verran kohonnut (BOD₇).

Keväällä 1977 on myös tavallista suurempi valuma erityisesti toukokuussa saattanut huuhtoa maa-alueilta mineraaliainesta.

Huolimatta kuormituksen laskusta ei sedimenttiprofiilien orgaanisen aineen pitoisuudessa voida vielä todeta samansuuntaista kehitystä. Tähän saattaa vaikuttaa myös yhtenä tekijänä se, että nimenomaan Kärjenniemenselällä on havaittu rehevyystason nousseen aikaisemmasta, koska ilmeisesti kuormituksen vähenemisen yhteydessä myös jätevesien myrkkyyvaikutus on vähentynyt (Oravainen 1981). Vuoden 1980 perustuotantokyvyn ja klorofylli a - pitoisuuden perusteella vesistö on rehevä (taulukko 3). Reheväksi luokitellaan vesistöt, joissa perustuotantokkyky on 200 - 1000 mg C/m³ ·d ja klorofylli a - pitoisuus 7 - 40 µg/l (Lehmusluoto 1969 ja Forsberg & Ryding 1980).

Taulukko 2. Yhtyneet Paperitehtaat Oy, Tervasaaren tehtaiden (T) ja Kemira Oy Säterin (S) jätevesien kiintoaine ja BOD₇ kuormitus

Vuosi	Kiintoaine		BOD ₇		Käyntipäiviä	
	t/a		t/a		d	
	T	S	T	S	T	S
1973	8 200	-	20 500	-	352	365
1974	7 500	-	16 300	-	332	363
1975	5 380	828	10 700	1 380	297	338
1976	4 200	1 130	7 510	834	309	324
1977	3 710	922	6 560	1 100	285	357
1978	3 330	607	6 750	1 200	336	360
1979	3 500	689	7 770	989	350	360
1980	3 500	264	8 190	1 230	348	366

Mäntän alapuolisella vesireitillä sedimentin orgaanisen aineen pitoisuus hehikutushäviön perusteella oli vielä Aittoselän syvänteessä, 15 km päässä kuormituslähteestä, yli 300 mg/g. Mäntän alapuolella vesistö on kapea ja paikoin jokimainen, kun taas Valkeakoskella heti tehtaiden alapuolella todettujen kuitukerrostumien lisäksi orgaanista ainetta sedimentoituu laajan ja varsin matalan Kärjenniemenselän alueelle.

Taulukko 3. Perustuotantokyky, klorofyllipitoisuus ja veden fosforipitoisuus vuonna 1980 Valkeakosken alapuolisella vesistöalueella Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistyksen mittauksien perusteella.

	Perustuotantokyky mg C/m ³ vrk	Klorofylli-a ug/l	P ug/l
Kärjenniemenselkä			
p.42, Kärjenniemi	426	10.0	35
p.45, Hevossaari	406	11.7	33
Rauttunselkä			
p.48	353	14.8	34
Makkaraselkä			
p.50, Selkäsaaret	357	18.8	33

Kärjenniemenselällä sedimentissä orgaanisen aineen hajotus oli varsin vilkasta SHK-mittauksien perusteella. Sedimentin hapenkulutus oli siis suurin asemalla 2, missä myös orgaanisen aineen pitoisuus oli huomattavan suuri pinnassa verrattuna syvempiin sedimenttikerroksiin. Mäntän alapuolisessa vesistössä sitävastoin talvella 1980 SHK oli yllättävänkin vähäistä Paloselälle saakka, noin 20 km päähän tehtailta (taulukko 4).

Taulukko 4. Sedimentin hapenkulutus Mäntän alapuolisessa vesistönosassa talvella 1980 (Krogerus, julkaisematon)

	n	SHK ($\bar{x} \pm SD$) mg O ₂ /m ² · d
Keurusselkä 10 m 10.4.1980	3	105 ± 10
Melasjärvi 14 m 20.3.1980	4	86 ± 8
Aittoselkä 16 m 27.3.1980	3	79 ± 4
Paloselkä 18 m 14.4.1980	3	340 ± 40
Sotkanselkä 21 m 16.4.1980	3	163 ± 5

Mäntän alueella jätevesien happamuus rajoittaa biologisga toimintaa Elorannan & Elorannan (1974) mukaan, mitä haittaa ei nyt tutkituilla alueilla havaittu.

Sedimentin hapenkulutuksesta eri happipitoisuuksissa saatujen käyrien perusteella (kuva 8) on arvioitu SHK vesistön osa-alueille käyttämällä keskimääräisenä happipitoisuutena keskisyvyyden mukaista happipitoisuutta näytteenottoajankohtana. Keskisyvyydet ovat Kajosaaren (1964) mukaan. Laskelmista saatiin SHK-arvioksi:

	Keskisyvyys m	O ₂ mg/l	SHK mg O ₂ /m ² · d
Kärjenniemenselkä	3,4		
asema 1		7,0	350
asema 2		7,0	400
Rauttunselkä			
asema 3		9,1	290
asema 4	4,8	8,3	150
Makkaraselkä			
asema 5		6,5	60

Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistyksen analyysitulosten perusteella kului happea koko vesimassassa eri osa-alueilla seuraavasti:

Hapen väheneminen
 $\text{mg O}_2/\text{m}^2 \cdot \text{d}$

Kärjenniemenselkä

p. 42, Kärjenniemi	430	(21.10.-80 - 22.1.-81)
p. 45, Hevossaari	350	(29.10.-80 - 22.1.-81)
	300	(22.1.-80 - 18.2.-81)

Rauttunselkä

p. 70, Rauttunniemi	230	(29.10.-80 - 22.1.-81)
	220	(22.1.-81 - 18.2.-81)
p. 48, Tuomonsaaret	1230	(28.10.-80 - 22.1.-81)
	590	(22.1.-81 - 16.2.-81)

Makkaraselkä

p. 50, Selkäsaaret	280	(21.10.-80 - 22.1.-81)
--------------------	-----	------------------------

Talvisaikana ilmasta ei jääpeitteen vuoksi pysty liukenemaan happea, mutta happipitoisuuksien perusteella tehtyyn arvioon vaikuttaa lyhyt viipymä; Kärjenniemenselällä 16 vrk ja Rauttun- sekä Makkaraselällä 25 vrk (Kajosaari 1964).

Rauttunselälle saatu voimakas hapen väheneminen syystäyskierron jälkeen johtuu siitä, että pisteen 48 pienialaisessa syvänteessä tapahtuneet muutokset tulevat näin laskien korostetusti esille. Myös heti syystäyskierron jälkeen on vesistöalueen parempi happitilanne vaikuttanut hapenkulutuksen nopeuteen sitä kohottavasti.

Sedimentin tilaa kannattanee seurata jatkossa varsinkin, kun Valkeakosken tehtailla on meneillään prosessimuutoksia. Jatkossa myös sedimentaationopeuden määrittämisellä voisi olla merkitystä arvioitaessa jätevesikuormituksen vaikutusalueen laajuutta. Mahdollista olisi samalla karkeasti ajoittaa sedimentoituvan aineksen laadussa ja määrässä tapahtuneet muutokset.

6. YHTEENVETO

Sedimentin hapenkulutusta selvitettiin Valkeakosken alapuoliossa vesistönosassa, jotta sedimentin vaikutus happitilanteeseen voitaisiin huomioida vedenlaatumallia sovellettaessa.

Orgaanista ainetta on sedimentoitunut erityisesti Kärjenniemenselälle, missä hehikutushäviö sedimentin pinnassa oli 301 - 369 mg/g. Rauttun- ja Makkaraselillä sedimentin pintakeroksessa hehikutushäviö vaihteli 160:stä 176:een mg/g.

Huolimatta kuormituksen laskusta ei sedimenttiprofiilien orgaanisen aineen pitoisuuksissa voida vielä todeta samansuuntaista kehitystä.

Sedimentin hapenkulutus vaihteli välillä 147 - 560 mg O₂/m²·d siten, että se oli suurinta Kärjenniemenselällä, joka on lähellä kuormituslähdettä, Valkeakoskea, ja pienintä Makkaraselällä.

KIRJALLISUUS

- ELORANTA, V & ELORANTA, P. 1974: Influence of effluents of sulphite cellulose factory on algae in cultures and receiving waters. Vatten 1:36-48.
- FORSBERG, C. & RYDING, S.-O. 1980: Entrophication parameters and trophic state indices in 30 Swedish waste-receiving lakes. Arch. hydrobiol. 89:189-207.
- GRANELI, W. 1976: Sedimentens syretäring - inverkan av olika miljöfaktorer. Biologisk omsättning i sediment. SNV PM 694:89-102.
- HARGRAVE, B.T. 1969: Epibenthic algal production and community respiration in the sediments of Marion Lake. J.Fish. Res. Board Canada 26:2003-2026.
- KAJOSAARI, E. 1964: Toimialueen hydrologiset pääpiirteet. Hämeen vesiensuojeluyhdistys ry. Julkaisu 3. 53 s.
- KOKEMÄENJOEN VESISTÖN VESIENSUOJELUYHDISTYS ry. 1979: Selvitys Valkeakosken alapuolisen vesialueen sedimentaatiosta ja sedimenttien tilasta. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. 11 s. + liitteet.
- LEHMUSLUOTO, P.O. 1969: Veden pieneliötoiminnoista ja niiden mittaamisesta radioaktiivisen hiilen avulla. Vesianalyttisiä menetelmiä. Kemistien 14. täydennyskoulutuskurssin moniste.
- LIMNOLOGIAN LAITOKSEN OHJATTU JÄRVITUTKIMUSTYÖRYHMÄ 1980: Sinkki Valkeakosken alapuolisen vesistön sedimentissä kevättalvella 1979. Helsingin Yliopiston Limnologian laitos. Moniste. 52 s.
- MANKKI, J. 1979: Vanajaveden reitin tila 1976 pohjaeläimistön avulla arvioituna. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Julkaisu 98. 61 s. + liitteet.
- ORAVAINEN, R. 1980: Vuosiyhteenveto Vanajaveden - Pyhäjärven vesistön yhteistarkkailusta vuodelta 1979. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Julkaisu 111. 37 s + liitteet.
- ORAVAINEN, R. 1981: Vuosiyhteenveto Vanajaveden - Pyhäjärven vesistön yhteistarkkailusta vuodelta 1980. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Julkaisu 125. 27 s. + liitteet.

Sedimentin hapenkulutus näteasemilla myrkyttämättömissä (SHK) ja natriumatsidilla (NaN_3 , 20 ppm) myrkytetyissä näytteissä (KHK)

Piste 1. 19.2.1981

Mittaus- jakso	n	O ₂ mg/l	SHK ($\bar{x} \pm \text{SD}$) mg O ₂ /m ² ·d	n	O ₂ mg/l	KHK mg O ₂ /m ² ·d
1	4	8,5	290 \pm 60	2	9,5	130
2	4	5,6	820 \pm 150	2	9,3	108
3	4	7,2	780 \pm 180	2	10,2	88
4	4	7,7	360 \pm 70	2	10,1	171
\bar{x}	4	7,3	560 \pm 40	2	9,8	124
5	3	4,5	299 \pm 15			
6	3	1,9	231 \pm 25			
7	3	0,3	> 62 \pm 5			

Piste 2. 19.2.1981

1	5	7,7	520 \pm 30			
2	5	7,4	507 \pm 160	2	9,5	143
3	5	7,8	420 \pm 20	2	9,6	145
\bar{x}	5	7,6	480 \pm 50	2	9,6	144
4	5	4,5	315 \pm 21			
5	5	2,0	206 \pm 21			
6	5	0,3	> 90 \pm 24			

Piste 3. 16.2.1981

Mittaus- jakso	n	O ₂ mg/l	SHK ($\bar{x} \pm$ SD) mg O ₂ /m ² . d	n	O ₂ mg/l	KHK mg O ₂ /m ² . d
1	5	7,5	380 \pm 80			
2	5	10,2	270 \pm 80	2	10,2	162
3	5	9,9	260 \pm 30	2	9,9	249
\bar{x}	5	9,2	300 \pm 30	2	10,1	206
4	5	7,6	143 \pm 50			
5	5	5,5	100 \pm 11			
6	5	4,8	85 \pm 20			
7	5	3,4	80 \pm 20			

Piste 4. 16.2.1981

1	5	8,3	260 \pm 80			
2	5	10,0	200 \pm 30	2	8,9	173
3	5	9,9	240 \pm 40	2	10,4	173
\bar{x}	5	9,4	230 \pm 20	2	10,1	173
4	5	7,7	110 \pm 20			
5	5	5,8	94 \pm 19			
6	5	5,1	77 \pm 20			
7	5	3,9	58 \pm 15			

Piste 5. 23.2.1981

Mittaus- jakso	n	O ₂ mg/l	SHK ($\bar{x} \pm SD$) mg O ₂ /m ² ·d	n	O ₂ mg/l	KHK mg O ₂ /m ² ·d
1	5	9,5	140 \pm 20			
2	5	10,2	147 \pm 16	2	10,3	147
3	5	10,0	160 \pm 20	2	9,7	97
\bar{x}	5	9,9	147 \pm 12	2	10,0	122
4	5	8,8	58 \pm 12			
5	4	7,8	47 \pm 6			
6	5	6,3	79 \pm 10			

